

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938

N°

95

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(Mention MÉDECINE)

PAR

MANOUTCHÉHRIAN FERÉYDOUN

Né le 8 Novembre 1911 à Téhéran (Iran)

L'Influence des ondes courtes sur l'élimination de l'iode

Président : M. A. STROHL, Professeur.

LIBRAIRIE L. RODSTEIN
17, rue Cujas
PARIS (5^e)

1938

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(Mention MÉDECINE)

PAR

MANOUTCHÉHRIAN FERÉYDOUN

Né le 8 Novembre 1911 à Téhéran (Iran)

L'Influence des ondes courtes sur l'élimination de l'iode

Président : M. A. STROHL, Professeur.

LIBRAIRIE L. RODSTEIN
17, rue Cujas
PARIS (5^e)

1938

LE DOYEN TIFFENEAU

PROFESSEURS

MM.

Anatomie.	ROUVIÈRE
Physiologie	Léon BINET
Physique médicale	STROHL
Chimie médicale	POLONOVSKI
Bactériologie	Robert DEBRÉ
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et thérapeutique générale.	BAUBOUIN
Pathologie médicale.	ABRAMI
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU
Anatomie pathologique	
Histologie	CHAMPY
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU
Thérapeutique	HARVIER
Hygiène et médecine préventive	TALON
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	PIESSINGER
Hydrologie thérapeutique et climathologie	Maurice VILLARET
Clinique médicale	LOEPER
	CARNOT
	CLERC
	Marcel LABBÉ
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT
Clinique des maladies mentales et maladies de l'encéphale	H. CLAUDE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN
Clinique des maladies infectueuses	LEMIERRE
	CUNÉO
Clinique chirurgicale	GOSSET
	GRÉGOIRE
	LENORMANT
Clinique ophtalmologique	TERRIEN
Clinique urologique	MARION
	BRINDEAU
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE
	JEANNIN
Clinique gynécologique	MOCQUOT
Clinique chirurgicale infantile et orthopédique	MOBRÉDANNE
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL
Clinique propédeutique	SERGENT
Clinique de la tuberculose	BEZANÇON
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU
Clinique cardiologie	LAUBRY
	HOVELACQUE
Professeurs sans chaire	MULON
	OLIVIER
	VERNE



11. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE	Pathologie chirurgicale.
BARIETY	Pathologie médicale.
BÉNARD (Henri)	Pathologie médicale.
BERNARD (Etiene)	Pathologie médicale.
BESANÇON (Justin)	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BATHALA	Pathologie médicale.
CATHALA ..	Pathologie médicale.
CHEVALLIER ..	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
FEY	Urologie.
FUNCH	Pathologie chirurgicale.
GAILLARD ...	Parasitologie.
GASTINEL ...	Bacteriologie.
DE GAUDART D'ALLAINES	Pathologie chirurgicale.
GAYET	Physiologique.
DE GENNES..	Pathologie médicale.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU ..	Pathologie médicale.
HALPEN	Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD	Pharmacologie.
HUGUNIN	Anatomie pathologique.
JOANNON	Hygiène.
LACOMME ...	Obstetrique.

MM.

LANTUÉJOUL ..	Obstétrique.
LAROCHE (Guy)	Pathologie médicale.
LELONG	Pathologie médicale.
LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
M ^{lle} J. LÉVY	Pharmacologie.
LÉVY-VALENSI	Neurologie et Psychiatrie
MÉNÉGAUX ..	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET...	Pathologie médicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
OBEELING	Anatomie pathologique.
PETIT-DUTAILLIS..	Pathologie chirurgicale.
PIÉDELIÈVRE	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
RENARD	Ophtalmologie.
RICHET	Physiologie.
SANNIÉ	Chimie biologique.
SÈNÈQUE	Pathologie chirurgicale.
TROISIÈRE....	Pathologie expérimentale.
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH ...	Pathologie chirurgicale.

111. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A EXERCICE pour le service des examens

MM.

ALGLAVE....	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET....	Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT.	Physiologie.
GUÉNIOT	Obstétrique.

MM.

LARDENNOIS	Pathologie chirurgicale.
LEROUX	Anatomie pathologique.
NEVEU-LEMAIRE	Parasitologie.
PHILIBERT..	Bactériologie.
VAUDESCAL.	Obstétrique.

IV. - AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

MM.		MM.	
ALAJOUANINE	} Clinique médicale	BASSET	} Clinique chirurgicale
AUBERTIN. . .		BROcq	
BRULÉ		CADENAT	
CHABROL . . .		GATELIER. . . .	
CHIRAY. . . .		HEITZ-BOYER . .	
DONZELOT. . .		MOURE	
DUVOIR. . . .		QUENU	
LIAN		SCWARTZ	
PASTEUR-VALLERY		VELTER.	
RADOT			
SÉZARY. . . .			

MM.	
ESCALLE	} Clinique obstétricale
LE LORIER . . .	
LÉVY-SOLAL . .	
METZGER	

V. - CHARGÉS DE COURS

CHAILLET-BERT, agrégé . .	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé	Microbiologie.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MES SŒURS

A MES FRÈRES

A MES AMIS

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. STROHL,

*Professeur de Physique Médicale
à la faculté de Médecine de Paris*

Membre de l'Académie de Médecine

Nous sommes heureux d'exprimer notre éternelle gratitude pour la bienveillance avec laquelle il nous a accepté dans son laboratoire.

A MONSIEUR LE DOCTEUR DESGREZ

*Chef de travaux pratiques de Physique Médicale
à la Faculté de Médecine de Paris*

Electroradiologiste des Hôpitaux de Paris

*Dont les conseils précieux m'ont été d'une
grande utilité, j'exprime ma profonde reconnaissance.*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554627_0009

INTRODUCTION

Depuis un demi siècle les possibilités d'action médicale des agents physiques se sont multipliées aussi bien en ce qui concerne le diagnostic qu'en thérapeutique

Les courants de haute fréquence découverts par D'Arsonval en 1891 tiennent une place importante dans ce domaine. Ils se divisent en courants de longueur d'onde grande, moyenne et courte.

Si les ondes longues furent introduites en médecine dès le lendemain de leur découverte, l'emploi des ondes courtes, au contraire, ne date que d'une dizaine d'années et cela grâce au progrès de la radiophonie. En effet c'est depuis 1922 que des chercheurs tels que Christie, Loomis, Schliephake, Jellinek, Carpenter, Saidmann, Bordier., etc ; se sont attachés à l'étude des ondes courtes et ont publié des travaux soit d'ordre technique et scientifique, soit d'ordre médical.

Un sujet qui n'a pas encore été étudié, à notre connaissance, est l'influence des ondes courtes sur l'élimination des médicaments.

L'étude de cette question nous fut confiée, il y a quinze mois, par notre maître Monsieur le Professeur A. Strohl.

Le présent travail n'est que la première partie d'une série de recherches que nous avons l'intention de continuer ultérieurement.

Pour pouvoir mener à bonne fin l'étude de l'influence des ondes courtes sur l'élimination de l'iode, nous avons repris l'étude de l'élimination normale de cet élément par les reins.

Le dosage de l'iode étant la base et presque la clé des expériences que nous nous proposons de faire, nous avons choisi et mis au point parmi une multitude de procédés celui qui nous a semblé le meilleur.

Le plan de notre travail est le suivant :

Après un chapitre sur des considérations d'ordre général, un bref aperçu sur les méthodes de dosage de l'iode avec la critique de chacune d'elles et les raisons qui nous ont poussé à choisir plutôt celle que nous décrirons en détail. Une petite place sera réservée au métabolisme de l'iode. Viennent ensuite les deux chapitres comportant nos expériences sur l'élimination de l'iode à l'état normal et après application d'ondes courtes. La fin sera consacrée à une conclusion et à la bibliographie.

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

COMMENT PEUT-ON ÉTUDIER L'ÉLIMINATION DE L'IODE

L'iode entre dans la composition de la plupart des parties molles de l'organisme, en particulier dans le corps thyroïde, organe dont la teneur en iode est la plus grande. Toutefois la quantité de cet élément qui existe dans les aliments est tellement minime qu'il ne s'en élimine normalement qu'à l'état de traces. Donc il faut étudier son élimination après l'avoir introduit artificiellement dans l'organisme.

Ce sont surtout les reins qui sont chargés de cette élimination. Il existe aussi des traces d'iode dans la salive et les matières fécales. Mais la quantité d'iode éliminé autrement que par les urines est si petite qu'on peut la négliger. Aussi bien nous n'étudierons que les variations de l'élimination rénale de l'iode et cela en dosant cet élément dans les urines.

Choix de l'animal. — L'animal qui sert aux expériences doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° On doit pouvoir recueillir les urines de 24 heures sans en perdre trop.

2° Le volume de ces urines doit être suffisant pour pouvoir y doser l'iode sans que les erreurs y interviennent dans une grande proportion. Cela ne se peut que si l'animal est assez gros.

Nous avons choisi le lapin car des autres animaux habituels des laboratoires, le cobaye ne satisfait qu'à la première condition et le chien qu'à la seconde.

Les lapins sont gardés dans des cages ordinaires munies d'une grille au fond, sous la grille il y a une gouttière en tôle, conduisant les urines dans un récipient qu'on vide tous les jours à heure fixe.

CHAPITRE II

DOSAGE DE L'IODE DANS LES URINES.

Le dosage de l'iode dans les urines est basé sur le principe suivant :

En détruisant les matières organiques, l'iode est mis sous forme d'iodure que l'on dose ensuite selon les procédés employés dans la chimie minérale.

Pour mettre l'iode des urines sous forme d'iodure, on procède d'après la méthode de Vohlard, identique pour dosage de tous les hallogènes, dite de la fusion alcaline. Toutes les autres méthodes sont des variations de celle-ci.

Il y a deux groupes de méthodes pour le dosage de l'iode, ainsi mis sous forme minérale :

Dosage des iodures.

Dosage de l'iode libéré.

A. DOSAGE DES IODURES.

1° *Méthode pondérale de Lassaigne.* — La solution chlorhydrique de l'iodure est traitée par le protochlorure

de palladium. On pèse ensuite le précipité d'iodure palladeux sur filtre taré.

Les inconvénients de cette méthode sont inhérents au prix élevé des sels de palladium et à la perte de temps pour le filtrage, le lavage, le séchage et la pesée du précipité.

2° *Procédé Pisani.* — Basé sur ce fait que dans un mélange d'iodures alcalins, iodure d'amidon et chlorures, le nitrate d'argent décompose d'abord les iodures alcalins, puis l'iodure d'amidon et ensuite les chlorures. La première goutte de la solution titrée de nitrate d'argent décolorant la solution marque la fin de la réaction.

D'après Frésenius cette méthode est inexacte en présence d'un excès de chlorure, ce qui est le cas pour les urines.

3° *Procédé Maroseau.* — Une solution titrée de bichlorure de mercure est versée goutte à goutte dans la solution d'iodure. Il se forme d'abord un iodure double de mercure et de potassium (en supposant qu'on soit parti d'une solution d'iodure de potassium). Puis quand tout l'iode est passé à cet état un léger excès de réactif forme un précipité rouge vif d'iodure mercurique, dont l'apparition marque la fin de la réaction.

Mais cet iodure double possède la propriété de se dissocier dans l'eau, ce qui fait apparaître plus tôt le terme de la réaction. On a essayé de remédier à ce défaut en opérant dans l'alcool à 17,5 ou la glycérine, ce qui ne fait que diminuer la dissociation.

B. DOSAGE DE L'IODE LIBÉRÉ.

1° *Méthode colorimétrique de Struve.* — Consiste en la comparaison de la coloration d'une solution d'iode dans le sulfure de carbone à celle d'une solution étalon.

Mais pour éviter l'erreur possible il faut que la concentration de sulfure de carbone en iode ne dépasse pas 1 mg par cm.³.

2° *Méthode Défos-Donath.* L'iode libéré par une solution de perchlorure de fer ou acide chromique à 3 % est distillé, recueilli dans une solution d'iodure de potassium puis dosé par une solution titrée d'hypo-sulfite de soude.

Les opérations sont très longues et demandent à être faites très minutieusement. D'ailleurs la solution d'iodure de potassium contient toujours des traces d'iode métalloïdique.

3° *Méthode de Frésenius.* — L'iode des iodures est déplacé par de l'acide nitreux, extrait par sulfure de carbone et dosé par une solution titrée d'hypo-sulfite de sodium.

Conduché a modifié cette méthode en libérant l'iode par le sulfate de nitrosyle en milieu sulfurique. En collaboration avec le Docteur Bourguignon cet auteur a pu de la sorte mesurer avec précision l'élimination urinaire de l'iode introduit dans l'organisme par ionisation d'iodure de potassium (Journal de radiologie et d'électrologie, année 1923).

C'est cette méthode que nous avons préférée parce qu'elle est la plus simple et comporte beaucoup moins de causes d'erreurs que les précédentes.

MODE OPÉRATOIRE. — On ajoute quelques pastilles de potasse à 50 cc. d'urines prélevées sur celles des 24 heures. Le tout est évaporé et calciné dans une capsule en porcelaine à fond rond. Le résidu sec est repris par 20 cc. d'eau distillée, évaporé jusqu'à 10 cc. et puis filtré. Le fond de la capsule est lavé par 10 cc. d'eau distillée qu'on évapore jusqu'à 5 cc. et filtre. On lave le résidu resté sur le filtre par 3 cc. d'eau distillée.

Le filtrat est mis dans un verre à pied, on y ajoute 6 à 7 cc. de sulfure de carbone et de l'acide sulfurique concentré goutte à goutte jusqu'à la réaction franchement acide. Une pincée de sulfate de nitrosyle libère l'iode qui se dissout dans le sulfure de carbone. Il faut faire toutes ces opérations très lentement et en même temps agiter la solution à l'aide d'un agitateur pour que la totalité d'iode soit extraite. On sépare le sulfure de carbone des eaux surnageantes à l'aide d'un tube muni d'un robinet au fond et on le recueille dans un verre à pied contenant 10 cc. d'eau distillée. Il est ensuite lavé à deux reprises par 10 cc. d'eau distillée pour être débarrassé de toute trace de sulfate de nitrosyle. On y ajoute 1/2 cc. d'une solution d'amidon n à 5‰ et 10 cc. d'eau distillée. L'iode est dosé par une solution cinquantième normale d'hyposulfite de sodium à l'aide d'une burette graduée. La solution d'hyposulfite doit être ajoutée goutte à goutte et tout en agitant très fortement jusqu'à décoloration persistante.

La réaction se passe d'après la formule suivante:



Il y a formation de tetrathionate et d'iodure de sodium.

Calcul de la quantité d'iode. — Les solutions de même titre d'iode et d'hyposulfite de sodium étant équivalentes s'il a fallu n cc. de celui-ci pour obtenir la décoloration, le poids d'iode dans les urines des 24 heures sera :

$$I = \frac{A \times n \times 0,00254}{50}$$

A étant le volume des urines des 24 heures et 0,00254 la quantité d'iode contenue dans 1 cc. d'une solution cinquantième normale de celui-ci.

Les causes d'erreur. — Elles sont au nombre de deux :

1° Le volume des urines des 24 heures n'est jamais mesuré avec précision et cela parce qu'une partie s'évapore et une autre partie est retenue par les matières qui restent sur la grille ou dans la gouttière de la cage.

2° Tout l'iode contenu dans le filtrat ne passe pas dans le sulfure de carbone il en reste près de $\frac{2}{100}$ dans la solution et $\frac{1}{100}$ en passe dans les eaux de lavage.

Ces causes d'erreur ont été trouvées en dosant l'iode dans une solution qui en contient une quantité préalablement déterminée. Dans les expériences qui suivent nous avons tenu compte, autant que possible, de toutes ces erreurs.

CHAPITRE III

MÉTABOLISME DE L'IODE.

L'iode peut être introduit dans l'organisme sous forme d'électrolytes ou de produits organiques non ionisables. L'iode métalloïdique, la teinture d'iode ou la solution iodo-idurée, agit de la même façon que les produits ionisables.

Pour que l'iode des produits organiques soit assimilable, il doit être d'abord libéré soit par les diastases de l'organisme, soit sous l'action d'autres corps. Exceptons toutefois de cette remarque les extraits glandulaires qui s'assimilent directement.

Nous envisageons donc le cas des électrolytes seulement. Par exemple l'iodure de potassium, produit le plus communément employé.

Arrivé dans le sang il se dédouble en ions : $+ K$ et $- I$. Une petite partie des ions $- I$, proportionnelle à sa concentration dans le sang, se fixe sur les globules et le reste entre en double décomposition avec les sels de sodium, calcium... etc.



Les lois de Guldberg et Waag, dites de l'action de masse, nous donnent les proportions respectives de ces sels en fonction de leurs concentrations.

Donc sauf une partie minime éliminée sous forme de complexe non ionisable, presque la totalité d'iode s'élimine à l'état de sels minéraux, souvent autres que celui qu'on a introduit dans l'organisme. Les expériences suivantes démontrent ce fait de façon péremptoire.

1° A la suite d'absorption d'iode de fer, on trouve l'iode dans les urines et le fer dans les matières fécales.

2° En 1873, en étudiant l'élimination de l'iode de lithium, Issersohn trouva que l'élimination de l'iode commence avant celle de lithium. 24 heures après la disparition de toutes traces d'iode dans les urines, celles-ci contenaient encore du lithium.

Laffay en étudiant l'«élimination de l'iode après absorption de l'iode de potassium», trouve que presque la totalité de cet élément s'élimine sous forme d'iode de sodium. Cela tient à ce qu'il y a beaucoup plus de sodium que de potassium dans le sang. L'ion I^- se partage entre eux dans la proportion de leur concentration. D'ailleurs une autre expérience de Laffay confirme cette interprétation : quand l'iode de potassium est absorbé en assez grande quantité, on en trouve plus que l'iode de sodium dans les urines.

CHAPITRE IV

ELIMINATION NORMALE DE L'IODE

C'est dans la seconde moitié du XIX^e siècle que des recherches ont été entreprises pour étudier cette question et comme au début de toutes les recherches, les résultats ont été contradictoires :

Duchesne dit que l'iodure de potassium s'élimine plus lentement que l'iodure de sodium.

Gübler prétend le contraire.

Chevalier range les iodures d'après leur vitesse d'élimination : ammonium, sodium, potassium, strontium, rubidium et lithium.

C'est finalement Potel qui, en 1924, tranche la question, en distinguant deux rythmes d'élimination selon que l'iode absorbé est sous forme d'électrolyte ou sous forme de produits non ionisables. Tous les iodures s'éliminent d'après ses expériences avec le même rythme

100 mg d'iode absorbé s'élimine en 38 heures s'il est sous forme d'électrolyte et en 72 heures s'il est à l'état de substance organique.

Chez l'homme il y a des traces d'iode dans les urines

normales. Sa quantité est de l'ordre de $\frac{1}{10}$ mg par 24 heures. Mais des dosages répétés ne nous ont montré aucune trace d'iode dans les urines de lapin à l'état normal.

Nous avons étudié l'élimination normale de l'iode après injection intramusculaire d'iodure de potassium et après introduction par électrolyse.

1° *Elimination de l'iode introduit par injection intra-musculaire d'iodure de potassium.* — Parmi les iodures nous avons choisi celui de potassium parce que c'est le seul dont la teneur en iode reste toujours stable. Les autres se cristallisent avec un certain nombre de molécules d'eau, nombre variable avec la température et l'état hygrométrique ambiant. De ce fait leur titre en iode change. La solution d'iodure de potassium s'altère à l'air avec formation d'iodures complexes et la mise en liberté d'iode, ce qui jaunit la solution. Mais cette altération ne change rien aux conditions de l'expérience, l'iode restant toujours ionisable.

Les lapins en expérience ont reçu des injections journalières d'une solution d'iodure de potassium. A la même heure que les injections, les urines ont été recueillies et l'iode dosé.

Voici les tableaux que nous avons obtenus :

1° Injection au lapin A d'un cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 20 % pendant 10 jours.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	225	0
1	275	43
2	275	79
3	250	107
4	300	129
5	275	113
6	275	12
7	250	129
8	300	125
9	225	131
10	250	118
11	32	83
12	275	21
13	250	traces
14	225	traces
15	275	0

Iode total injecté 1530

Iode total éliminé 1199

Coefficient d'élimination 78 %

2° Injection au lapin B de 3/4 de cc. par jour d'une solution d'iodure de potassium à 20 % pendant une semaine.

Jours	volume des urines	iode en mg.
0	250	0
1	225	37
2	200	59
3	275	79
4	250	88
5	300	84
6	250	81
7	275	98
8	225	43
9	275	16
10	300	traces
11	250	traces
12	225	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	585
Coefficient d'élimination	72,5 %

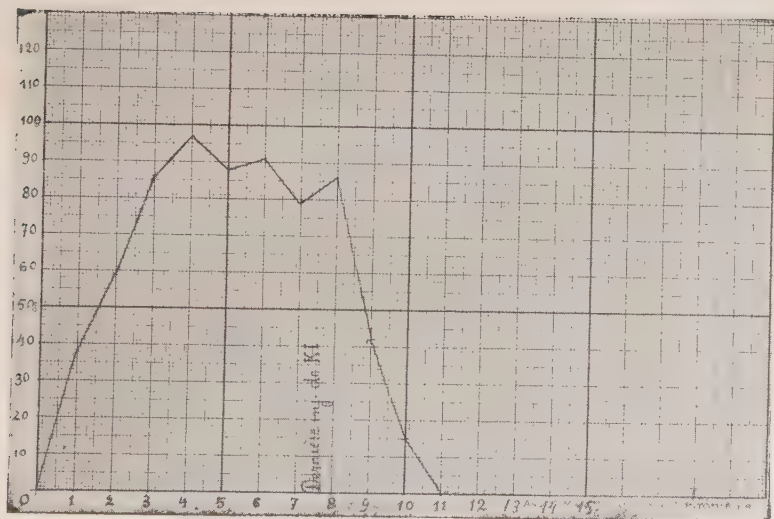
3^e Injection au lapin B. d' 1,5 cc. par jour d'une solution d'iodure de potassium pendant huit jours (Courbe N^o 1).

Jours	volume des urines	iode en mg.
0	200	0
1	275	38
2	225	59
3	200	86
4	200	97
5	200	88
6	225	91
7	250	79
8	300	86
9	275	42
10	225	15
11	200	traces
12	250	traces
13	275	0
Iode total injecté		918
Iode total éliminé		681
Coefficient d'élimination		74 %

Injection d'1,5cc. par jour d'une solution de KI à 10 %, au lapin B

I en mg

Courbe N° 1



jours

On constate que l'élimination de l'iode atteint son maximum au bout de trois jours, puis elle reste en plateau et cela tant que durent les injections. Dès qu'on les supprime elle baisse d'abord brusquement puis lentement Cinq jours après la dernière injection il ne s'en élimine plus (Courbe N° 1). En tout 75 % de l'iode introduit s'éliminé normalement par les urines.

Remarquons en outre que l'iode ne modifie pas la perméabilité rénale. En répétant les injections d'iode chez un même lapin il ne se produit aucune modification dans l'allure générale de la courbe d'élimination que nous tacherons d'interpréter à la fin de notre travail.

2° *Elimination de l'iode introduit par électrolyse d'iodure de potassium.* — Cette question a été déjà étudiée par Bourguignon et Conduché qui ont trouvés que sous cette forme l'iode s'élimine plus lentement. Bourguignon interprète ce fait en disant que l'iode introduit par électrolyse s'incorpore mieux à l'organisme

Cependant, la courbe d'élimination de l'iode introduit par électrolyse et publiée par les auteurs est en tout point comparable à celles que nous avons pu établir en étudiant l'élimination de l'iodure de potassium administré en injection intra musculaire et comme nous le verrons plus loin, également superposable aux courbes d'élimination de l'iode introduit par électrolyse dans nos propres expériences.

Cette identité dans les courbes d'élimination nous semble normale puisque nous savons que les ions en traversant la peau sont entraînés par le courant sanguin et de ce fait perdent leur charge électrique. Donc l'iode introduit par électrolyse ne diffère en rien de l'io-

de metalloïdique. D'autre part d'après la célèbre loi d'Am-
bard une même substance ou un même ion s'élimine tou-
jours de la même façon pourvu que la perméabilité rénale
ne varie pas. Ces réflexions nous ont amené à faire des
expériences dans les conditions suivantes :

L'électrode négative imbibée d'une solution d'iodure
de potassium à 4 % s'applique sur une partie tondue du
corps d'un lapin. Une double électrode positive, imbibée
d'eau s'applique également sur une partie tondue tout
près de la première. Le voltage et l'intensité du cou-
rant électrique continu ont été réduits et maintenus cons-
tants grâce à un réducteur de potentiel et une boîte
à résistances. Un volt-mètre en dérivation et un milli-
ampèremètre en série permettent de lire et contrôler la
tension et l'intensité du courant (*figure 1*)

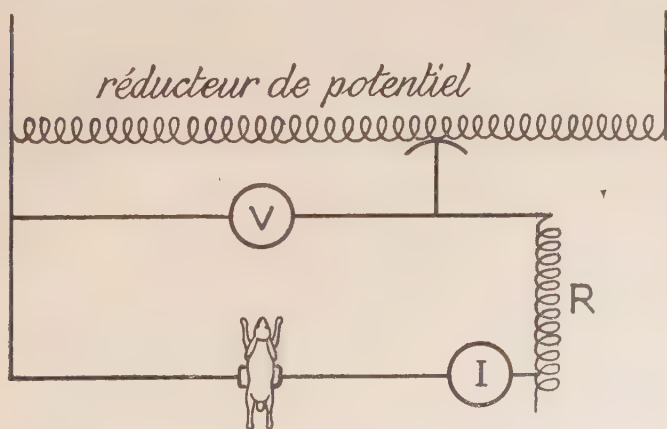


figure 1

Mesure de la quantité d'iode introduit. — « Les tissus vivants sont des électrolytes et les connaissances acquises par l'étude des électrolytes leur sont directement applicables ».

Partant de ce principe Stéphane Leduc a imaginé la méthode suivante pour calculer la quantité d'une substance quelconque introduite par électrolyse.

Cette méthode est basée sur la loi de Kohlrausch: pour libérer une valence-gramme d'un élément quelconque il faut 96537 coulombs.

Donc 1 coulomb libère :

$$a = \frac{127}{96537} = 0,001315 \text{ d'iode}$$

soit 0.078 mg par milliampère minute.

Pour permettre un calcul plus facile, Leduc a donné sous forme de tables le nombre de milligrammes de substance transporté par milliampère-minute pour les principaux anions et cations et leur vitesse relative, celle du chlore étant prise égale à l'unité. En effet, si les électrodes sont des deux côtés d'une cloison poreuse séparant en deux le vase qui contient l'électrolyte, les poids respectifs des ions qui traversent cette cloison ne sont pas dans le rapport de leurs poids atomiques. Une vitesse correspondant à chacun intervient. Supposons que le poids de chacun des éléments qui traversent la cloison pendant le même temps soit respectivement U et V. Les vitesses de ces éléments sont proportionnelles à U et V. La part qui revient à chacun de deux ions

dans le transport d'électricité est proportionnelle au rapport de la vitesse de l'ion en question à la somme des deux vitesses, c'est à dire :

$$\frac{u}{u + v} \quad \text{et} \quad \frac{v}{u + v}$$

Stéphane Leduc donne pour les ions - I et + K :

$$U = 5,6 \quad \text{et} \quad V = 4,8$$

La quantité d'iode introduit pendant un temps t sera :

$$P = i \times t \times a \times \frac{5,6}{5,6 + 4,8}$$

Mais cette méthode n'est pas aussi précise qu'on pourrait le penser car les nombres 5,7 et 4,8 ne sont pas toujours constants. En outre l'ensemble des ions sortant de l'organisme est un mélange d'ions de potassium, sodium, calcium...etc et alors le nombre 4,8 proportionnel à la vitesse de potassium serait tout à fait inexact.

Donc nous nous sommes borné à noter seulement le poids de l'iode éliminé tous les jours. D'ailleurs, toutes les conditions de l'expérience restant fixés on pourrait comparer les résultats avec le tableau d'élimination de l'iode introduit par injection intra-musculaire d'iodure de potassium.

Nous avons obtenu les tableaux suivants :

1^o Expérience :

L'électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium à 4% sur l'abdomen. Une double électrode positive des deux côtés de la colonne vertébrale, dans la région rénale. Le courant passe avec une intensité constante de 15 milliampères.

Cinq séances durant une heure et demie chacune.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	300	0
1	250	39
2	225	57
3	200	63
4	225	52
5	175	58
6	200	22
7	250	11
8	275	traces
9	275	traces
10	300	0

2° Expérience :

L'électrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium à 4 % sur l'épaule droite. La double électrode positive des deux côtés de la colonne vertébrale, dans la partie supérieure du thorax. Le courant passe avec une intensité constante de 15 milliampères. Cinq séances durant une heure et demie chacune.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	325	0
1	275	29
2	250	47
3	200	59
4	225	52
5	200	57
6	200	25
7	250	13
8	275	traces
9	300	traces
10	275	0

3^e Expérience :

L'Electrode négative imbibée d'une solution d'iodure de potassium à 5 % sur l'abdomen. La double électrode positive de part et d'autre du thorax. Le courant passe avec une intensité constante de 25 milliampères. Douze séances durant 3/4 d'heure chacune.

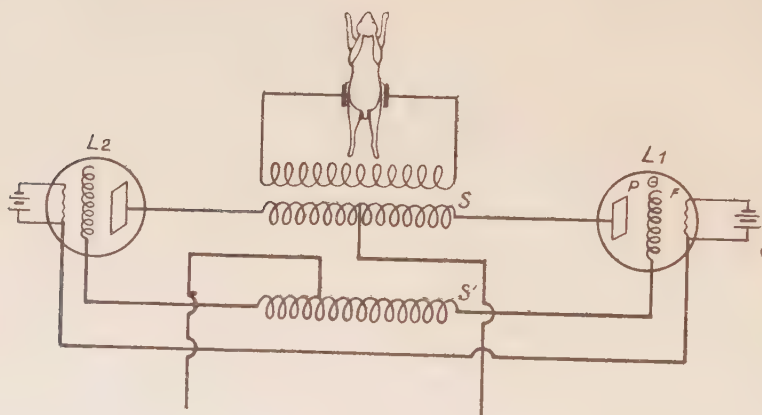
jours	volume des urines	iode en mg.
0	275	0
1	225	21
2	250	34
3	250	39
4	225	35
5	250	37
6	200	34
7	225	41
8	225	36
9	250	37
10	275	38
11	225	33
12	200	35
13	275	15
14	250	7
15	275	traces
16	250	traces
17	275	0
18	225	0

Dans la première expérience il y a eu même une légère accélération dans l'élimination de l'iode. Mais, comme nous le verrons plus tard, cela tient à ce que le courant a passé à travers le tissu rénal.

Nous avons pu conclure dans l'ensemble que l'élimination normale de l'iode se fait toujours de la même façon, qu'il soit introduit dans l'organisme par injection intra-musculaire ou par électrolyse.

ELIMINATION DE L'IODE APRÈS APPLICATION D'ONDES COURTES

L'appareil à ondes courtes dont nous nous sommes servi est un appareil de faible puissance qui comporte deux lampes triodes (fig. 2) fonctionnant aux environs de 5 volts et dont l'intensité maxima dans le circuit d'utilisation peut atteindre 1 ampère, sa longueur d'ondes est à peu près 16 mètres.



Les applications d'ondes courtes ont toujours suivi les injections de la solution d'iodure de potassium à 1/2 heure de distance. L'appareil a fonctionné sous une tension de 5 volts, l'intensité dans le circuit d'utilisation étant aux environs de 0,6 ampère. Les plateaux du condensateur d'utilisation ont été, sauf indication contraire, au contact de la peau.

La série d'expériences nous a donné les résultats suivants :

1^o *Expérience :*

Injection, au lapin B d'1/5 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 %, durant une semaine Application d'ondes courtes dans la région rénale tous les jours pendant toute la durée d'élimination de l'iode. Chaque séance dure 20 minutes. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	275	0
1	350	87
2	325	96
3	300	89
4	375	99
5	400	86
6	325	98
7	300	103
8	325	17
9	300	7
10	325	traces
11	350	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	682
Coefficient d'élimination	84 %

2^o *Expérience* :

Injection au lapin A de 2 cc par jour d'une solution d'iode de potassium à 10 % pendant une semaine. Application d'ondes courtes, 1/2 heure après chaque injection, dans la région rénale, pendant 20 minutes. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	300	0
1	350	109
2	325	134
3	400	122
4	375	136
5	350	127
6	425	131
7	350	123
8	325	31
9	375	9
10	350	traces
11	350	0

Iode total injecté	1071
Iode total éliminé	923
Coefficient d'élimination	86 %

3° *Expérience*

Injection au lapin C de 2 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant 6 jours. Une seule séance d'ondes courtes sur la région rénale, 1/2 heure après la première injection, pendant 25 minutes. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau (courbe N° 2).

jours	volume des urines	iode en mg.
0	400	0
1	450	113
2	450	123
3	450	132
4	475	124
5	500	115
6	450	126
7	425	29
8	500	11
9	475	traces
10	450	0

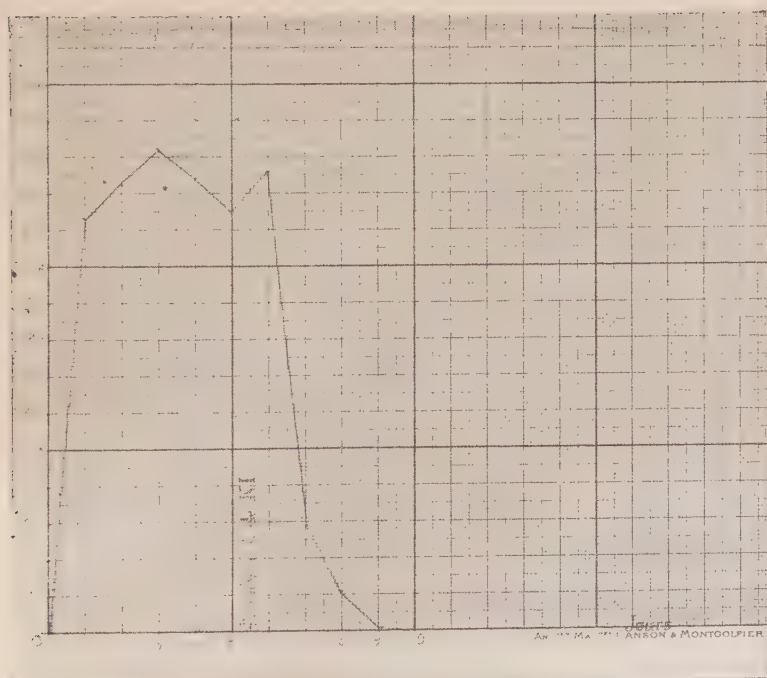
Iode total injecté 918

Iode total éliminé 773

Coefficient d'élimination 85 %.

Courbe N° 2

I en mg



jours

4^e Expérience

a) Vingt cinq jours après la troisième expérience sur le lapin C, injection d' 1,5 cc par jour d'une solution d'iode de potassium à 10 % pendant une semaine. Après chacune des quatre premières injections, application d'ondes courtes sur la région rénale durant cinq minutes. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau.

jours	volume des urines	iode en mg
0	300	0
1	350	49
2	400	72
3	450	98
4	525	103
5	500	99
6	550	88
7	475	93
8	450	33
9	500	9
10	500	traces
11	475	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	644
Coefficient d'élimination	80 %

4. Expérience

b) Quelques jours après l'élimination de l'iode, la même série d'injections au même lapin, mais sans application d'ondes courtes.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	400	0
1	425	83
2	375	92
3	450	87
4	475	81
5	450	97
6	525	92
7	500	89
8	475	27
9	450	19
10	475	traces
11	425	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	675
Coefficient d'élimination	83 %

5° *Expérience*

Injection au lapin B d'1,5 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % durant une semaine. Après chacune des trois premières injections, application d'ondes courtes sur la région rénale, pendant 25 minutes. Les plateaux d'utiliation à 10 cm de la peau.

jours	volume des urines	iode en m.
0	250	0
1	300	64
2	275	94
3	325	86
4	350	89
5	400	97
6	375	88
7	350	103
8	325	39
9	375	11
10	350	traces
1	375	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	670
Coefficient d'élimination	83 %

6° *Expérience*

Injection au lapin D d'1/5. cc par jour d'une solution d'iodure de potassium pendant une semaine. Après les cinq premières injections, application d'ondes courtes sur le thorax du lapin, pendant 20 minutes. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	300	0
1	325	59
2	425	87
3	450	98
4	500	86
5	400	89
6	425	103
7	500	88
8	500	37
9	475	12
10	475	traces
11	425	0

Iode total injecté	803
Iode total éliminé	659
Coefficient d'élimination	82 %.

7^e *Expérience*

Injection au lapin E, d'1,5 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant une semaine. Après la cinquième injection seulement, application d'ondes courtes pendant quinze minutes sur la région rénale. Les plateaux d'utilisation au contact de la peau (courbe n° 3).

jours	volume des urines	iode en gm
0	275	0
1	300	47
2	250	69
3	325	93
4	300	88
5	425	11
6	400	89
7	375	97
8	425	31
9	450	10
10	375	traces
11	400	0

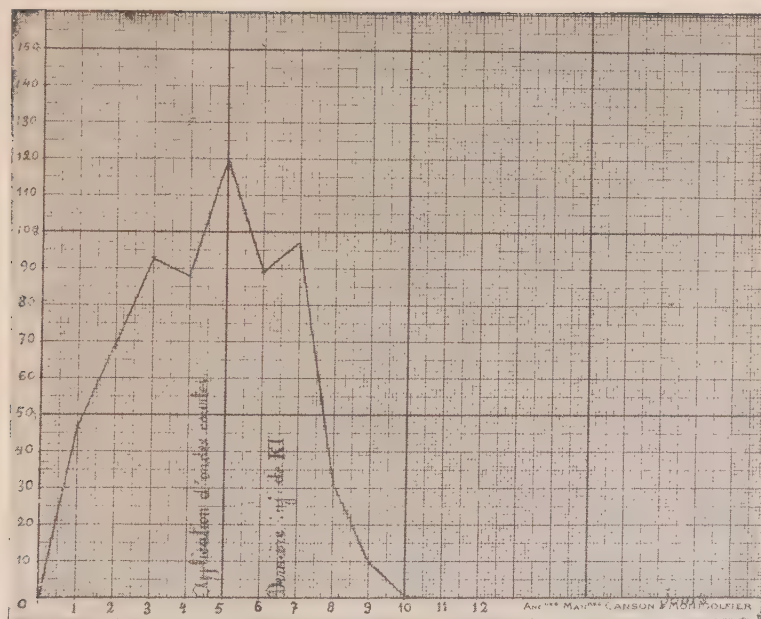
Iode total injecté 803

Iode total éliminé 643

Coefficient d'élimination 80 %

Courbe N° 3

I en mg



jours

8° *Expérience*

Injection au lapin F d'1,5 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant une semaine. Après chaque injection, application d'ondes courtes, 20 minutes sur les pattes postérieures, 15 minutes sur les pattes antérieures et la tête. Pour ces derniers le courant a été interrompu toutes les cinq minutes afin d'éviter une montée excessive de la température.

jours	volume des urines	iode en mg
0	275	0
1	300	41
2	325	67
3	250	82
4	225	89
5	200	93
6	275	84
7	300	97
8	250	38
9	250	16
10	275	traces
11	300	traces
12	275	0

Iode total injecté 803

Iode totat éliminé 607

Coefficient d'Ilimination 75 %

De ces tableaux nous pouvons conclure que les ondes courtes passant à travers les reins accélèrent l'élimination de l'iode et en augmente le coefficient. En effet les applications sur les pattes et la tête n'ont nullement modifié cette élimination. Les modifications constatées à la suite des applications sur le thorax sont dues à ce qu'une partie des ondes courtes passe tout de même par les reins.

Pour avoir l'élimination d'emblée au maximum, comme on la constaté dans les 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e b expériences il faut une certaine dose minima d'ondes courtes. Cette dose pour l'appareil dont nous nous sommes servi, consiste en une application sur la région rénale pendant 15 minutes, les plateaux du condensateur d'utilisation étant presque au contact de la peau.

Dans l'expérience 4 a, la première application étant insuffisante, cinq minutes par séance, la quantité d'iode éliminé monte progressivement. Mais dans la partie b de la même expérience on a l'élimination d'emblée au maximum parceque les reins ont déjà reçu la dose nécessaire et suffisante.

Dans la 5^e expérience les plateaux du condensateur d'utilisation étant à distance de la peau, une petite partie des ondes a passé par les reins, c'est pourquoi l'élimination maxima n'est pas aussi franche que dans les premières expériences.

Un autre fait assez important nous a frappé au cours de ces recherches :

Au cours des éliminations de l'iode à l'état normal nous avons fait aussi des dosages de l'iode directement dans les urines sans les traiter préalablement par de la potasse

d'après la méthode de la fusion alcaline. La différence des résultats avec ceux des dosages normaux a montré que presque la totalité de l'iode éliminé par les reins est à l'état de dissociation ionique. Une très faible partie en est sous forme de complexes organiques non ionisable. La proportion de ces complexes, comme des dosages de même genre nous ont prouvé, augmente après les applications d'ondes courtes.

Ces modifications peuvent être attribuées à deux processus.

1° Augmentation de la perméabilité des reins, qui laissent passer plus d'iode, à l'état ionisable ou sous forme de complexes organiques.

2° Augmentation du débit urinaire.

Bordier dans son livre intitulé "*Néodiathermie à ondes courtes*" réduit l'action de celles-ci sur la sécrétion urinaire à des faits très minimes. Nous avons trouvé au contraire une augmentation appréciable du volume des urines.

La concentration des urines en iode ressemble beaucoup à la concentration uréique : quand le débit urinaire monte, sa concentration baisse, mais la quantité de l'iode éliminé augmente.

Pendant combien de temps dure l'effet des ondes courtes. — Des expériences précédentes, ont peut facilement conclure que les modifications causées par les ondes courtes sur l'élimination de l'iode ne sont pas journalières, mais plutôt durables.

Pour en déterminer la durée, nous avons effectué une série d'expériences et en voici les résultats;

1° Une semaine après la fin de la première expérience nous avons fait une série de trois injections, une par jour d'1/5 cc d'une solution d'iodure de potassium à 10 % au lapin B.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	275	0
1	300	81
2	220	78
3	250	92
4	225	31
5	200	8
6	225	traces
7	250	0

Iode total injecté	344
--------------------	-----

Iode total éliminé	290
--------------------	-----

Coefficient d'élimination	82 %
---------------------------	------

Persistance des effets des ondes courtes

2° Une semaine après cette série d'injections, c'est à dire 21 jours après la dernière application d'ondes courtes, le lapin B a reçu une série d'injection d'1,5 cc d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant 6 jours.

jours	volume des urines	iode en mg
0	250	0
1	225	47
2	275	71
3	300	93
4	250	85
5	250	81
6	225	89
7	275	34
8	275	17
9	300	traces
10	250	traces
11	225	0

Iode total injecté	688
--------------------	-----

Iode total éliminé	517
--------------------	-----

Coefficient d'élimination	75 %
---------------------------	------

Retour à l'état normal.

D'autres séries de dosages nous ont montré que l'effet des ondes courtes dure en moyenne de 15 à 25 jours.

Mais une première application sensibilise les reins de sorte que pour avoir de nouveau les modifications, une plus petite dose d'ondes courtes est nécessaire.

Comment les ondes courtes agissent-elles sur les reins.— Les modifications dans la perméabilité renale peuvent être dûes.

Soit au passage de courant électrique à travers les reins.

Soit à l'échauffement produit par ce passage.

Nous avons essayé d'élucider la question en étudiant l'élimination de l'iode :

1° Après avoir mis les reins dans un circuit de courant galvanique.

2° Après leur échauffement par des rayons infra-rouges.

1° Elimination de l'iode après le passage de courant galvanique à travers les reins. — Deux lapins ont été tondus sur une surface de 15 à 20 cm² de chaque côté de la colonne vertébrale dans la région rénale. Des électrodes imbibées d'eau ont été appliquées, une sur chaque côté et le courant passe d'après le schéma que nous avons donné à propos d'introduction de l'iode par électrolyse.

1^e Expérience

Injection au lapin E d'1,5 cc par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant cinq jours. Après chaque injection une séance de courant galvanique à 10 milliampères pendant 30 minutes.

jours	volume des urines	iode en mg
0	250	0
1	225	48
2	275	73
3	200	82
4	350	88
5	275	91
6	275	39
7	300	17
8	275	traces
9	250	0

Iode total injecté	573
Iode total éliminé	438
Coefficient d'élimination	76 %

2^e Expérience

Dans les mêmes conditions que la première, sur un autre lapin.

jours	volume des urines	iode en mg.
0	275	0
1	250	45
2	225	71
3	275	92
4	200	81
5	225	83
6	250	35
7	250	15
8	275	traces
9	200	traces
10	250	0

Iode total injecté	573
Iode total éliminé	422
Coefficient d'élimination	73 %

Ainsi qu'on peut voir il y a une légère accélération dans l'élimination de l'iode, mais ni le taux de celle-ci, ni le volume des urines n'a augmenté.

2° *Elimination de l'iode après échauffement des reins.* — Nous nous sommes servi de lampes à filament de charbon comme source émettrice des rayons calorifiques. Quatre lampes sont montées en tension dans une boîte. La paroi inférieure de celle-ci porte une large fente qu'on applique sur le dos du lapin dans la région correspondant aux reins.

Pour éviter des brûlures par un échauffement excessif de la peau on interrompt le courant de temps en temps.

1^o Expérience :

Injection au lapin E, d'un centimètre cube et demi par jour d'une solution d'iodure de potassium à 10 % pendant 6 jours. Après chaque injection une séance d'échauffement durant 30 minutes.

jours	volume des urines	iode en mg
0	275	0
1	200	48
2	175	76
3	175	87
4	200	83
5	225	79
6	175	86
7	200	39
8	225	18
9	250	traces
10	275	traces
11	275	0

Iode total injecté	668
Iode totat éliminé	516
Coefficient d'Ilmination	75 %

2^e Expérience

Dans les mêmes conditions que la précédente sur un autre lapin.

jours	volume des urines	iode en mg
0	275	0
1	300	51
2	250	79
3	250	90
4	225	86
5	200	94
6	225	87
7	225	38
8	250	19
9	275	traces
10	275	traces
11	250	0

Iode total injecté	688
Iode total éliminé	544
Coefficient d'élimination	79 %

Dans les deux cas il y a une accélération franche de l'élimination de l'iode qui n'atteint toutefois pas celle des applications d'ondes courtes. Dans la première expérience le volume des urines a diminué et par conséquent le coefficient d'élimination reste normal. Dans la seconde expérience, le volume des urines restant normal il augmente un peu.

Mais il faut tenir compte du fait que dans les applications d'ondes courtes, la chaleur se développe à l'intérieur du tissu rénal, tandis qu'avec les infra-rouge elle est plus superficielle.

Nous pouvons donc conclure que les modifications de élimination de l'iode après application d'ondes courtes sont dûes presque uniquement à l'effet de celles-ci.

CONCLUSION

En possession de ces connaissances nous tâchons de donner une interprétation plausible à l'allure de la courbe d'élimination de l'iode.

Nous savons déjà que la concentration de l'iode dans les urines dépend de sa concentration dans le sang. C'est une conséquence directe des travaux de Potel que nous avons cités au début du chapitre sur l'élimination normale de l'iode.

Quand on répète les injections il y a, à l'état normal, une mise en réserve dans l'organisme, ce qui donne à la courbe d'élimination cette allure progressivement ascendante. C'est, tout au moins, l'interprétation qu'on a essayé de donner et dont nous discuterons la valeur.

Nous pensons que cette mise en réserve ne se fait électivement ni dans la glande thyroïde, comme on aurait tendance à le croire, ni dans les autres glandes. Car dans notre septième expérience le taux d'élimination de l'iode monte immédiatement après l'application d'ondes courtes sur la région rénale. L'iode ne s'accumule pas non plus dans le tissu rénal, car ayant sacrifié un lapin en pleine période d'élimination, nous n'avons pas trouvé trace décelable de cet élément dans les reins.

Il ne nous reste qu'à admettre l'hypothèse que ce qui ne s'élimine pas de l'iode reste dans les humeurs de l'organisme pour être rejeté dès la cessation des injections d'iodure de potassium.

Tout nous porte à croire qu'une fois l'iode introduit dans le sang, il s'établit un équilibre entre sa forme ionisable et celle non ionisable qui ne s'élimine pas à l'état normal. Quand l'iode ionisable est éliminé cet équilibre se rompt et une partie de l'iode sous forme complexe se libère pour s'éliminer et ainsi de suite.

Maintenant si les injections de iodure de potassium se répètent tous les jours, le taux d'élimination monte journellement jusqu'à ce qu'il compense la quantité de l'iode introduit et alors il se maintient en plateau tant que durent les injections.

Or les ondes courtes augmentent d'une part le débit urinaire, ce qui fait monter le taux d'élimination de l'iode, et d'autre part la perméabilité des reins qui laissent passer les grosses molécules de ces complexes organiques iodés. Pour mettre en évidence la présence de ces molécules dans les urines nous avons dosé une première fois l'iode en le libérant par le sulfate de nitrosyle directement dans les urines ; et une deuxième fois après avoir traité celles-ci par des pastilles de potasse. Ainsi les grosses molécules iodées qui ne sont pas attaquées dans le premier dosage sont détruites par la potasse et leur iode peut être libéré. La différence entre les deux chiffres obtenus montre la qualité de l'iode sous forme de complexe. Dans la première expérience d'élimination normale de l'iode elle est aux environs de cinq milligrammes, tandis que dans la deuxième expérience d'élimination après

applications d'ondes courtes elle monte à 10 — 12.

D'ailleurs le fait que presque tous les syndromes fébriles à température élevée sont accompagnés d'albuminurie vient à l'appui de cette interprétation de l'influence des ondes courtes.

De tout ce qui précède nous concluons que les ondes courtes appliquées sur la région rénale :

1° Accélèrent l'élimination de l'iode et en augmentent le coefficient.

2° Ces modifications sont dûes à une augmentation du débit urinaire et de la perméabilité rénale.

3° Ces processus sont causés par la chaleur développée à l'intérieur du tissu rénal par le passage des ondes courtes. Peut-être l'ébranlement moléculaire dû à une grande fréquence des oscillations de leur charge électrique pourrait-il être invoqué comme cause accessoire.

Vu : *Le Doyen*
TIFFENEAU

Vu : *Le Président de la thèse*
STROHL

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris
G. ROUSSY

BIBLIOGRAPHIE

- AIMARD et DAUSSET. — L'ultra violet, la lumière solaire et l'infra-rouge.
- BOURGUIGNON. — Dosage de l'iode introduit et éliminé dans l'ionisation (Journal de radiologie et d'électrologie 1923).
- BORDIER et KOFMAN. — Néodiathermie à ondes courtes
- CHELLE, DENIGÈS et LABAT. — Précis de chimie analytique.
- DAUSSET et AIMARD. — L'ultra-violet, la lumière solaire et l'infra-rouge.
- DESGREZ. — Précis de chimie médicale.
- DELHERM et LAQUERRIÈRE. — Electrologie.
- DENIGÈS, CHELLE et LABAT. — Précis de chimie analytique.
- DUHEM et DUBOST. — L'ionisation et ses applications médicales.
- FRÉSENIUS. — Analyse chimique.
- KOFMAN et BORDIER. — Néodiathermie à ondes courtes.

- LABAT, DENIGÈS et CHELLE. — Précis de chimie analytique.
- LABESSE. — Sur l'élimination de l'iode par les urines en particulier chez l'enfant. Thèse, Paris, 1923.
- LAFFAY. — Etude clinicochimique sur l'élimination de l'iode après absorption d'iodure de potassium. Thèse Paris. 1893.
- LAQUERRIÈRE et DELHERM. — Electrologie.
- LEDUC STEPHANE. — Les ions et les médications ionique
L'œuvre médico-chirurgical N° 48.
- MANUEL GONZALÈS QUIJANO SANCHEZ. — La théorie des ions en électricité médicale. Thèse, Paris 1901-1902.
- POTEL. — Iode ionisé et non ionisé, leur élimination comparée. Thèse. Paris, 1924.
- RONNEAUX. — Les courants de haute fréquence. Application de tension (courants de résonnance).
- STROHL. — Précis de physique médicale.
- VIGNAL. — Electrothérapie.

TABLES DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
CHAPITRE I. Considérations générales	11
CHAPITRE II. Dosage de l'iode dans les urines.....	13
CHAPITRE III. Métabolisme de l'iode	18
CHAPITRE IV. Elimination normale de l'iode	20
CHAPITRE V. Elimination de l'iode après application d'ondes courtes.....	34
CONCLUSION	58
BIBLIOGRAPHIE	61

